



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 33 04 548.8  
②2 Anmeldetag: 10. 2. 83  
④3 Offenlegungstag: 16. 8. 84

DE 3304548 A1

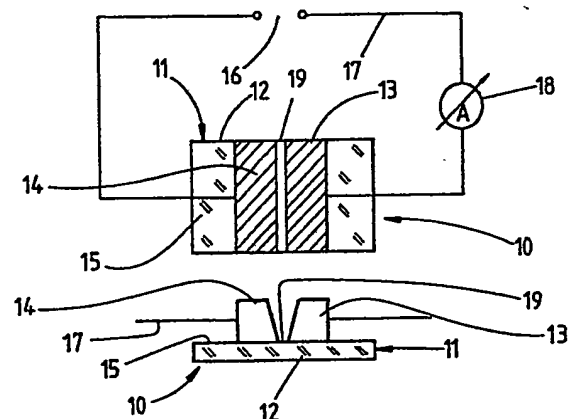
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Grünwald, Werner, Dipl.-Phys. Dr., 7016 Gerlingen,  
DE; Holfelder, Gerhard, Dipl.-Phys. Dr., 7251  
Weissach, DE; La Prieta, Claudio de, 7000 Stuttgart,  
DE

Behördenabteilung

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Messung des Gehalts an leitfähigen Partikeln in Gasen

Es wird ein Verfahren zur Messung des Partikelgehalts in Gasen, wie der Rußkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen u. dgl., vorgeschlagen, bei dem zur Vereinfachung des Meßverfahrens und Verbesserung der Meßgenauigkeit als Sensor zur Erfassung des sich ablagernden Partikelniederschlags zwei im Abstand auf einem Isolierträger angeordnete Elektroden verwendet werden. Die Leitfähigkeit der zwischen den Elektroden aufgespannten Kriechstromfläche wird gemessen und daraus der Partikelgehalt bestimmt. Die Änderung der Leitfähigkeit kann durch Strommessung oder durch Zündspannungsmessung in einer Gleitfunkenstrecke erfaßt werden.



DE 3304548 A1

R. **18360**  
3.1.1983

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

# Ansprüche

1. Verfahren zur Messung des Gehalts an leitfähigen Partikeln in Gasen, insbesondere in Abgasen fossiler Brennstoffe, wie der Rußkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen, Ölfeuerungsanlagen u. dgl., bei welchem mittels eines im Gasstrom angeordneten Sensors ein darauf sich bildender Partikelniederschlag erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor (10;20) zwei im Abstand auf einem Isolierträger (11;21) angeordnete Elektroden (13,14; 23,24) verwendet werden, daß die Leitfähigkeit der zwischen den Elektroden aufgespannten Kriechstromfläche (19;31) gemessen wird und daß aus der Änderung der Leitfähigkeit in einem vorgegebenen Zeitintervall der Partikelgehalt bestimmt wird.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die Elektroden (13,14) auf der gleichen Fläche (15) einer Keramikplatte (12) angeordnet sind und sich in sehr geringem Abstand gegenüberstehen, daß die Elektroden (13,14) an eine Spannungsquelle (16) angeschlossen sind und daß im Stromkreis (17) von Spannungsquelle (16) und Elektroden (13,14) ein Strommesser (18) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Abstand der beiden Elektroden (13,14) voneinander kleiner als 1 mm ist.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die eine Elektrode (23) auf einem Keramiksubstrat (22) angeordnet ist, das seinerseits auf einer die zweite Elektrode (24) bildenden Metallplatte (26) mit demgegenüber größeren Abmessungen sitzt, daß die beiden Elektroden (23,24) an eine einstellbare Hochspannungsquelle (27) angeschlossen sind und daß den Elektroden (23,24) ein Spannungsmesser (30) zum Messen der Durchbruch- oder Zündspannung der zwischen den Elektroden (23,24) sich bildenden Gleitfunkenstrecke (31) parallel geschaltet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Abmessungen des Keramiksubstrats (22) so gewählt sind,

daß die Gleitfunkenstrecke (31) eine Länge von etwa 1 - 2 cm aufweist.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Keramiksubstrat (22) scheibenförmig ausgebildet und die Elektrode (23) darauf zentrisch angeordnet ist.

-----

•

R.

**18360**

3.1.1983 Rs

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Verfahren und Vorrichtung zur Messung des Gehalts  
an leitfähigen Partikeln in Gasen

Stand der Technik

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung
- 5 des Gehalts an leitfähigen Partikeln in Gasen,  
insbesondere in Abgasen fossiler Brennstoffe, wie  
der Rußkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschi-  
nen, Ölfeuerungsanlagen u. dgl., der im Oberbegriff  
des Anspruchs 1 genannten Gattung.
- 10 Bei einem bekannten Verfahren zur Erfassung der Ruß-  
konzentration im Abgas einer Brennkraftmaschine oder  
einer Ölfeuerungsanlage wird der Schwärzungsgrad eines  
vom Abgas durchströmten Filters für die Bestimmung  
des Rußgehalts herangezogen. Ein solches Verfahren
- 15 erfordert bei jedem Meßvorgang den Ausbau des Fil-  
ters, eine vergleichende Betrachtung und wieder den  
Einbau des gereinigten oder eines neuen Filters. Eine  
solche Prozedur ist sehr umständlich und zeitraubend.  
Außerdem läßt der Sichtvergleich nur eine sehr ungenaue

Schätzung der Rußkonzentration zu. Dieses Verfahren hat daher nur für periodische Überwachungsaufgaben Verwendung gefunden, bei denen festgestellt werden soll, ob über einen längeren Zeitraum hinweg die Rußkonzentration einen noch zulässigen Wert überschritten hat oder nicht. Für eine exakte Messung der Rußkonzentration, wie sie z.B. für die Motoreinstellung bei Dieselmotoren erforderlich ist, ist dieses Verfahren nicht geeignet.

## 10 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, ohne lange Rüstzeiten exakte Angaben über den Partikelgehalt, z.B. der Rußkonzentration, im Abgas zu liefern.

15 Ein ständiges Ein- und Ausbauen des Sensors in das  
oder aus dem Abgasrohr ist nicht erforderlich. Der  
Sensor kann fest und auch an wenig leicht zugänglich  
Stellen im Abgasrohr montiert werden. Ein Reinigen  
des Sensors vom Partikelniederschlag braucht erst  
20 nach mehreren Messung vorgenommen zu werden und kann  
erforderlichenfalls ohne Ausbau durchgeführt werden,  
indem an die Elektroden eine Hochspannung gelegt  
wird, die ein Abbrennen des Partikelniederschlags  
auf dem Isolierträger und damit ein Freibrennen der  
25 Kriechstromfläche bewirkt. Das erfindungsgemäße Meß-  
verfahren liefert sehr gute Ergebnisse, da die Leit-  
fähigkeit sehr exakt gemessen werden kann. Schon  
geringe Rußkonzentrationen im Abgas können mengen-  
mäßig aus der Änderung der Leitfähigkeit bestimmt  
30 werden.

Bezüglich der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens haben sich zwei Anord-

nungen besonders bewährt.

- Bei der ersten Ausführungsform gemäß Anspruch 2 sind die Elektroden in geringem Abstand von weniger als 1 mm voneinander auf einem nicht leitenden Keramikplättchen angeordnet. An ihren Elektroden liegt eine Spannung in der Größenordnung von 15 - 100 V. Schlagen sich Partikel, wie z.B. Ruß, auf der Fläche zwischen den Elektroden nieder, so fließt, bedingt durch die elektrische Leitfähigkeit des Partikelniederschlags, ein Strom. Der Strom stellt ein Maß für die pro Zeit anfallende Niederschlagsmenge dar und läßt damit eine genaue Angabe des Partikelgehalts oder der Rußkonzentration im Abgas zu.
- 15 Bei der zweiten Ausführungsform gemäß Anspruch 4 bildet sich zwischen den beiden an Hochspannung gelegten Elektroden eine Gleitfunkenstrecke aus, die eine bestimmte Zünd- oder Durchbruchsspannung aufweist. Schlagen sich größere Partikelmengen auf dem Keramiksubstrat nieder, so wird die Zündspannung erniedrigt. Die Gleitfunkenstrecke bricht bei umso niedriger Zündspannung durch, je stärker der Partikel- oder Rußanfall pro Zeiteinheit ist. Die Zünd- bzw. Durchbruchspannung ist damit ein Maß für den Partikelgehalt bzw. die Rußkonzentration im Abgas. Geht der Partikelgehalt im Abgas wieder zurück, so brennt die Oberfläche des Keramiksubstrats in kurzer Zeit, die weniger als 10 s beträgt, wieder soweit frei, wie es dem Partikelkonzentrationsgrad des Abgases entspricht.

## Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- 5        Fig. 1   jeweils eine Darstellung einer Vorrichtung zur Messung des Rußgehalts im Abgas einer Brennkraftmaschine mit in Draufsicht (jeweils oben) und in Seitenansicht (jeweils unten) gezeigtem Sensor.

## 10   Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung zur Messung der Rußkonzentration in Abgasen eines Dieselmotors weist einen dem Abgas ausgesetzten Sensor 10 auf. Dieser Sensor 10 wird im Auspuffrohr  
15 des Dieselmotors so angeordnet, daß möglichst nur eine der beiden großflächigen Oberflächen berußt werden kann.

Der Sensor 10 weist einen Isolierträger 11, der hier als Keramikplatte 12 ausgebildet ist, und zwei auf  
20 dem Isolierträger 11 angeordnete Elektroden 13, 14 auf. Die Elektroden 13, 14 sind auf der gleichen Fläche 15 der Keramikplatte 12 angeordnet und liegen sich in nur sehr geringem Abstand von kleiner als 1 mm gegenüber. Die beiden Elektroden 13, 14 sind an eine  
25 Spannungsquelle 16 angeschlossen, die eine Gleich- oder Wechselspannung in einer Größenordnung von 15 - 100 V liefert. In dem Stromkreis 17 zwischen Spannungsquelle 16 und den Elektroden 13, 14 ist ein Strommesser 18 eingeschaltet.



Bei dieser Vorrichtung wird zwischen den beiden Elektroden 13, 14 auf der Oberfläche 15 des Isolierträgers 11 bzw. der Keramikplatte 12 eine Kriechstromfläche 19 gebildet. Bei sauberer Oberfläche ist bei  
5 einer angelegten Spannung von 10 - 100 V die Leitfähigkeit dieser Kriechstromfläche 19 im wesentlichen Null. Schlägt sich Ruß auf der Kriechstromfläche 19 zwischen den beiden Elektroden 13, 14 nieder, so fließt bedingt durch die elektrische Leitfähigkeit  
10 des Rußes ein Strom im Stromkreis 17, der im Strommesser 18 gemessen wird. Der Strom ist somit ein Maß für die pro Zeiteinheit anfallende Rußmenge. Je mehr Ruß sich niederschlägt, umso stärker nimmt die Leitfähigkeit der Kriechstromfläche 19 zu und der Strom  
15 steigt an. Aus der Stromzunahme pro Zeiteinheit kann damit die Rußkonzentration im Abgas bestimmt werden.

Die in Fig. 2 schematisch dargestellte Vorrichtung zur Messung der Rußkonzentration im Abgas eines Dieselmotors weist ebenfalls einen dem Abgas aus-  
20 gesetzten Sensor 20 auf, der wiederum im Auspuffrohr des Motors angeordnet wird. Auf einem scheibenförmig ausgebildeten Keramiksubstrat 22 als Isolierträger 21 des Sensors 20 ist eine Elektrode 23 zentrisch angeordnet, während die andere Elektrode 24 von einer Metallplatte 26 ge-  
25 bildet wird, die eine wesentlich größere Abmessung als das Keramiksubstrat 22 aufweist und letzteres trägt. Die beiden Elektroden 23 und 24 sind an eine einstellbare Hochspannungsquelle 27 angeschlossen, die z.B. durch einen Drehtransformator 28 und einem  
30 Wechselstromgenerator 29 gebildet sein kann. Den beiden Elektroden 23 und 24 ist ein Spannungsmesser 30 parallel geschaltet, der die Zünd- oder Durchbruchspannung der zwischen den Elektroden 23 und 24 sich

bildenden Gleitfunkenstrecke 31 mißt. Die Gleitfunkenstrecke 31 ist in Fig. 2 durch schematisch dargestellte Blitze symbolisiert.

Bei einer sauberen Oberfläche im Bereich der Gleitfunkenstrecke 31 ist deren Leitfähigkeit sehr gering und die Zündspannung, die erforderlich ist, damit die Gleitfunkenstrecke ionisiert wird und als Folge dessen durchbricht, ist relativ hoch. Schlagen sich dagegen elektrisch leitfähige Rußteilchen oder -tröpfchen auf dem Keramiksubstrat 22 nieder, so erniedrigt sich die Zündspannung die zum Durchzünden der Gleitfunkenstrecke 31 erforderlich ist. Diese Zündspannung wird mit dem Spannungsmesser 30 festgehalten. Je nach Rußanfall wird die Zündspannung der Gleitfunkenstrecke 31 unterschiedlich stark abgesenkt. Die Zündspannung ist somit ein Maß für die sich auf dem Keramiksubstrat 22 niederschlagenden Rußmenge und damit ein Maß für den Rußgehalt des Abgases. Geht der Rußanteil im Abgas zurück, so brennt die Oberfläche in kurzer Zeit, die kleiner als 10 s ist, wieder soweit frei, wie es dem momentanen Verrußungsgrad des Abgases entspricht.

Die Temperaturabhängigkeit der mit den Vorrichtungen in Fig. 1 und 2 ermittelten Meßwerte als Maß für die Rußkonzentration läßt sich in beiden Fällen mit Hilfe eines integrierten Temperatursensors und entsprechender Schaltungsanordnung kompensieren.

-----



Fig. 1

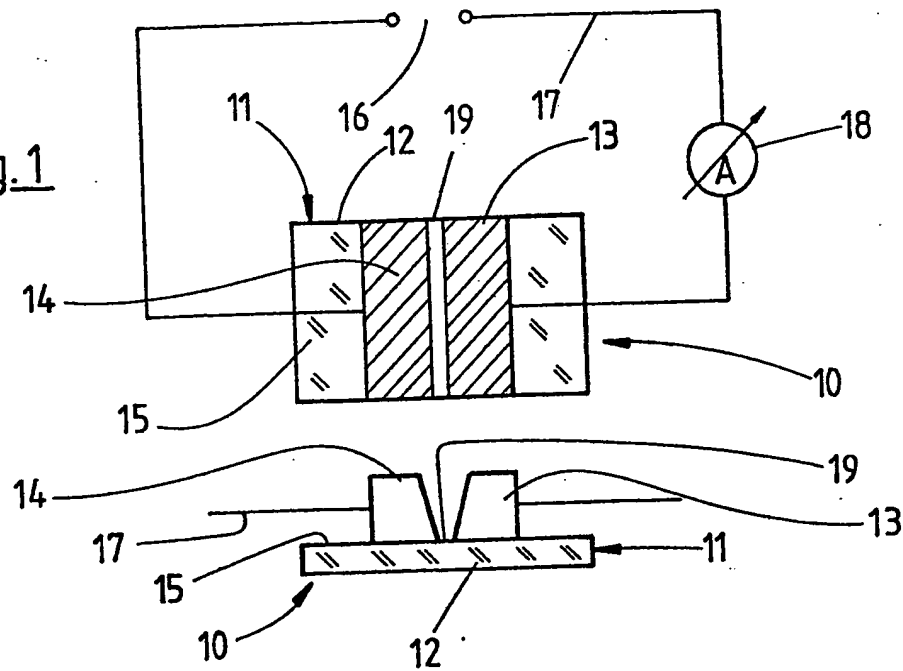


Fig. 2

